

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-240852

(43)Date of publication of application : 27.08.2003

(51)Int.Cl.

G01S 17/36
G01S 7/285

(21)Application number : 2002-042449

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 20.02.2002

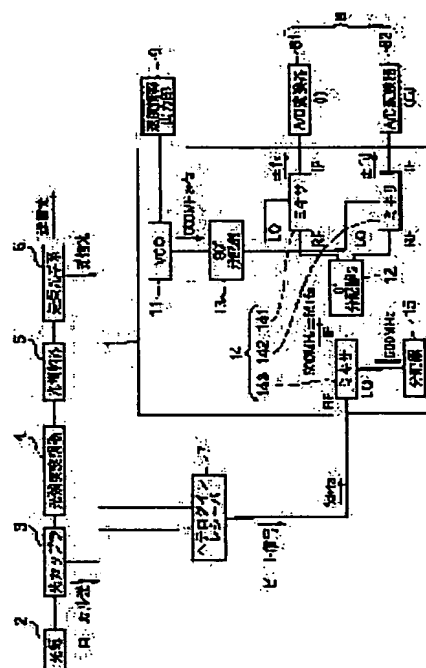
(72)Inventor : KAMEYAMA SHUNPEI
ASAKA KIMIO
ANDO TOSHIYUKI
HIRANO YOSHIHITO

(54) DOPPLER RADAR RECEIVER CIRCUIT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a Doppler radar receiver circuit enabled to cancel consecutively the effect of the travel speed of a mobile body by using a VCO having a narrow specific frequency band.

SOLUTION: The Doppler radar receiver circuit has a mixer, an oscillator for outputting signals oscillating on a single frequency, and a VCO (voltage controlled oscillator). In the receiver circuit, the VCO generates signals of a frequency related to the Doppler frequency of the travel speed of the mobile body, the beat signal and the signal from the oscillator is mixed, and the signal from the VCO is utilized to cancel the effect of the travel speed of the mobile body contained in the beat signal.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-240852

(P2003-240852A)

(43) 公開日 平成15年8月27日 (2003.8.27)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 1 S 17/36

7/285

識別記号

F I

G 0 1 S 17/36

7/285

テマコード* (参考)

5 J 0 7 0

Z 5 J 0 8 4

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2002-42449 (P2002-42449)

(22) 出願日 平成14年2月20日 (2002.2.20)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 亀山 俊平

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 浅香 公雄

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100057874

弁理士 曾我 道照 (外6名)

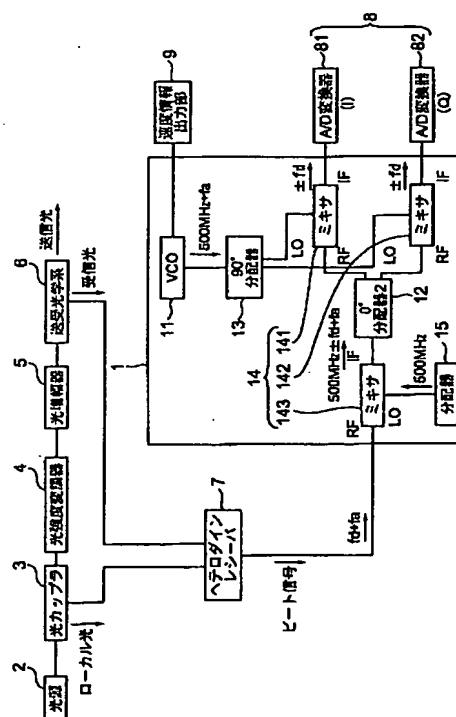
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ドップラーレーダ用受信回路

(57) 【要約】

【課題】 比帯域の狭いVCOを用いて移動物体の移動速度の影響を逐次キャンセルすることが可能なドップラーレーダ用受信回路を提供する。

【解決手段】 ミキサと、単一周波数の発振信号を出力する発振器と、VCO (Voltage Controlled Oscillator) とを有し、前記VCOから前記移動体の移動速度のドップラー周波数に関する周波数の信号を発振する機能を有し、ビート信号と前記発振器からの信号とをミキシングする機能と、前記VCOからの信号を用いて前記ビート信号に含まれる前記移動体の移動速度の影響をキャンセルする機能を有することを特徴とした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 移動体に搭載されたドップラーレーダの一部の構成をなし、

単一周波数の発振信号を出力する発振器と、
前記移動体の移動速度のドップラー周波数に前記発振器からの発信周波数を合計した周波数の信号を発振するVCO (Voltage Controlled Oscillator) と、
前記ドップラーレーダによりヘテロダイン検波されたビート信号と前記発振器からの信号とをミキシングするミキサと、

前記VCOからの信号と前記ミキサからの信号に基づいて前記ビート信号に含まれる前記移動体の移動速度のドップラー周波数をキャンセルする手段とを備えたことを特徴とするドップラーレーダ用受信回路。

【請求項2】 請求項1に記載のドップラーレーダ用受信回路において、

前記移動体の移動速度のドップラー周波数をキャンセルする手段は、前記ミキサからの信号を2分配する0°分配器と、前記VCOからの信号を90°位相差を付けて2分配する90°分配器と、前記0°分配器からの信号と前記90°分配器からの信号とをそれぞれミキシングする一対のミキサとから構成したことを特徴とするドップラーレーダ用受信回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、ドップラーレーダ装置に係り、特に、航空機等の移動体に搭載するドップラーレーダ用受信回路に関する。

【0002】

【従来の技術】移動体にドップラーレーダ装置を搭載して計測を行う場合、受信信号におけるドップラー周波数には、ターゲットのドップラー周波数成分だけでなく、移動体自身の移動速度のドップラー周波数成分が含まれている。移動体の移動速度が大きい場合には、A/D変換におけるサンプリング周波数をそれに応じて大きくする必要があり、それにしたがって高価なA/D変換器が必要となる。

【0003】この問題を解決するための従来の技術として、例えば特開平1-114774号公報に記載されているものがある。前記公報においては、受信信号に含まれる移動速度の影響を、移動速度のドップラー周波数と同じ周波数の信号を発振する電圧制御発振器（以下、VCOと称す。VCO: Voltage Controlled Oscillator）からの信号を用いてミキシングして差周波成分を抽出することによりキャンセルしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、例えばレーザードップラでの計測時において、送信光の波長が1.5 μm であり、飛行速度が0m/s（静止状態）～約300m/s（旅客機の巡航速度）の範囲で変化する場合、

従来技術におけるドップラーレーダ用受信回路では、VCOに発振周波数範囲がDC～400MHz程度のものを使用する必要があるが、このような比帯域幅（発振周波数範囲幅/発振周波数範囲におけるセンター値）の広いVCOは、実現性および入手性が低いことが知られている。したがって、システム全体を容易に構成するのが難しかった。

【0005】この発明は前記事情に鑑みてなされたもので、従来と比較して比帯域の狭いVCOを用いて移動物体の移動速度の影響を逐次キャンセルすることが可能なドップラーレーダ用受信回路を提供するものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】この発明に係るドップラーレーダ用受信回路は、移動体に搭載されたドップラーレーダの一部の構成をなし、単一周波数の発振信号を出力する発振器と、前記移動体の移動速度のドップラー周波数に前記発振器からの発信周波数を合計した周波数の信号を発振するVCO (Voltage Controlled Oscillator) と、前記ドップラーレーダによりヘテロダイン検波されたビート信号と前記発振器からの信号とをミキシングするミキサと、前記VCOからの信号と前記ミキサからの信号に基づいて前記ビート信号に含まれる前記移動体の移動速度のドップラー周波数をキャンセルする手段とを備えたことを特徴とする。

【0007】また、前記移動体の移動速度のドップラー周波数をキャンセルする手段は、前記ミキサからの信号を2分配する0°分配器と、前記VCOからの信号を90°位相差を付けて2分配する90°分配器と、前記0°分配器からの信号と前記90°分配器からの信号とをそれぞれミキシングする一対のミキサとから構成したことを特徴とする。

【0008】

【発明の実施の形態】実施の形態1. この発明の実施の形態1に係るドップラーレーダ用受信回路について、図1を用いて説明する。図1は、この発明の実施の形態1に係るドップラーレーダ用受信回路を有するレーダ装置の構成を示す図であり、ドップラーレーダ装置がレーザードップラーレーダ装置である場合について示している。

【0009】図1において、1はドップラーレーダ用受信回路である。また、11はVCO、12は0°分配器、13は90°分配器である。14はミキサであり、3つのミキサ141、142、143が図1には示されている。ミキサ141および142は、RF信号とLO信号の差周波成分を出力するダウンコンバータであり、ミキサ143は、ミキサ141および142とは異なり、RF信号とLO信号の和周波成分を出力するアップコンバータである。15は発振器であり、予め定めた単一周波数 f_s の信号を発振するものである。

【0010】また、2は光源、3は光カップラ、4は光

強度変調器、5は光増幅器、6は送受光学系であり、光サーキュレータとしての機能を有している。7はヘテロダインレシーバであり、ローカル光と受信光とをヘテロダイン検波してビート信号を出力する機能を有している。8はA/D変換器であり、2つのA/D変換器81と82が図1には示されている。9は速度情報出力部である。

【0011】図1に示したドップラーレーダ装置は、図には示さないが航空機に搭載されており、送信光の送信方向は、航空機の飛行方向としている。また、以下の説明においては、図1のドップラーレーダ装置は、風速検出を目的として風速のドップラー周波数を求めるものとして説明するが、ドップラー周波数を求める用途であれば何にでも使用することができ、例えば他の航空機の飛行速度のドップラー周波数を求めることも可能である。

【0012】なお、本明細書においては、ドップラーレーダを航空機に搭載する場合について述べるが、搭載する対象は航空機に限らず、車等の移動物体であれば適用可能である。また、この発明における「ドップラー周波数」という文言は、ドップラー効果により周波数シフトを受けた際のシフト量という意味を持つ。

【0013】図1において、光源2は光カップラ3に接続されている。光カップラ3からの信号の内一方は光強度変調器4に、他の一方はヘテロダインレシーバ7に接続されている。光強度変調器4は光増幅器5に、光増幅器5は送受光学系6に接続されている。送受光学系6はヘテロダインレシーバ7に接続されている。ヘテロダインレシーバ7はドップラーレーダ用受信回路1中のミキサ143のRF端子に接続されている。ミキサ143のIF端子は0°分配器12の入力端子に接続されている。

【0014】また、速度情報出力部9はVCO11の発振周波数制御端子に接続されている。0°分配器12の2つの出力端子は、ミキサ141とミキサ142のRF端子にそれぞれ接続されている。VCO11の発振信号出力端子は、90°分配器13の入力端子に接続されている。90°分配器13の2つの出力端子は、ミキサ141およびミキサ142のLO端子に接続されている。ミキサ141およびミキサ142のIF端子は、A/D変換器81および82にそれぞれ接続されている。発振器15はミキサ143のLO端子に接続されている。

【0015】また、図1において、光源2と光カップラ3の間、光カップラ3とヘテロダインレシーバ6の間、光カップラ3と光強度変調器4の間、光強度変調器4と光増幅器5との間、光増幅器5と送受光学系6との間、および送受光学系6とヘテロダインレシーバ7の間は、それぞれ光ファイバケーブルにより接続されている。他の部品間は電線ケーブルにより接続されている。

【0016】次に、図1のドップラーレーダ装置の動作について説明する。まず、光源2から連続波からなる光

信号を送信し、光カップラ3によりこの信号を分割する。分割した2つの信号の内、一方はローカル光としてヘテロダインレシーバ7に送られる。他の一方は、光強度変調器4により強度変調されてパルス化され、光増幅器5により増幅された後、送受光学系6を介して大気中に送信信号として送信される。

【0017】大気中に送信された送信信号は、例えばエアロゾルといった大気中の散乱体により散乱された後に受信される。このとき、受信光のキャリア周波数は、送信信号のキャリア周波数に対し、航空機の飛行速度に相当するドップラー周波数を f_a とし、航空機の飛行方向に関する風速のドップラー周波数を f_d とした場合、 $f_a + f_d$ だけシフトした値となる。

【0018】受信光は送受光学系6を介してヘテロダインレシーバ7に送られる。ヘテロダインレシーバ7では、ローカル光と受信光とがヘテロダイン検波され、2つの信号のビート信号が検出される。このとき、ビート信号のキャリア周波数は $f_a + f_d$ となる。

【0019】図1において、速度情報出力部9からはドップラーレーダ用受信回路1に対して、航空機の飛行速度情報に関する信号が逐次出力される。この信号の電圧はVCO11が航空機の飛行速度のドップラー周波数 f_a に発振器15からの発振周波数 f_s を合計した値 $f_a + f_s$ と同じ周波数の発振信号を発振するための発振周波数制御電圧に相当している。

【0020】ヘテロダインレシーバ7からドップラーレーダ用受信回路1に入力した信号は、ミキサ143により発振器15からの信号とミキシングされてアップコンバートされる。このとき、発振器15の発振周波数を f_s とすると、アップコンバートされた信号の周波数は $f_d + f_a + f_s$ となる。アップコンバートされた信号は、0°分配器12により2分される。速度情報出力部9からドップラーレーダ用受信回路1に入力された信号はVCO11に送られ、VCO11は航空機の飛行速度のドップラー周波数 f_a と同じ周波数の発振信号に発振器15の発振周波数 f_s を加えた周波数 $f_a + f_s$ の信号を発振する。VCO11からの発振信号は90°分配器13により90°位相差を付けて2分される。

【0021】次に、0°分配器12からの2つの信号をRF信号、90°分配器13からの2つの信号をLO信号とし、ミキサ141およびミキサ142においてそれぞれミキシングしてダウンコンバートした後、A/D変換器81および82に送る。これにより、A/D変換器81および82に送られる信号のキャリア周波数は $(f_d + f_a) - f_a = f_d$ となり、航空機の飛行速度に相当するドップラー周波数 f_d がキャンセルされて風速のみのドップラー周波数 f_d の信号となる。A/D変換器81および82に送られた信号は、IQ信号としてA/D変換される。この信号を周波数解析することにより風速のドップラー周波数が求められる。

【0022】以上に述べたこの発明の実施の形態1に係るドップラーレーダ用受信回路においては、VCO11を用いることにより、ヘテロダインレシーバ7からの信号の周波数から、航空機の飛行速度に相当するドップラー周波数 f_a をキャンセルすることができる。したがって、航空機の飛行速度が早くドップラー周波数 f_a の値が大きいためにそのままA/D変換するとサンプリング周波数において高速なサンプリングが必要になる場合においても、必要サンプリング周波数を f_d 程度に抑えることが可能となり、ドップラーレーダ用受信回路に接続するA/D変換器への負担を軽減することが可能となる。また、VCO11を用いているので航空機の飛行速度が逐次変化する場合においても、VCO11から飛行速度のドップラー周波数 f_a と同じ周波数の発振信号を逐次発振して飛行速度の影響をキャンセルすることが可能であるので、風速のみのドップラー周波数を検出することが可能となる。

【0023】また、従来例において述べたように、ドップラーレーダでの計測時において、例えば送信光の波長が $1.5\mu\text{m}$ であり、飛行速度が 0m/s （静止状態）～約 300m/s （旅客機の巡航速度）の範囲で変化する場合、従来のドップラーレーダ用受信回路では、VCO11に発振周波数範囲が $\text{DC} \sim 400\text{MHz}$ 程度のものである必要があるが、このような比帯域幅（発振周波数範囲幅/発振周波数範囲のセンター値）の広いVCOは、実現性および入手性が低く、高価なものとなる。

【0024】しかし、この発明に係るドップラーレーダ用受信回路では、例えば発振器15の発振周波数を 500MHz とした場合、VCO11に要求される発振周波数範囲を、周波数 $500 \sim 900\text{MHz}$ とし、従来のドップラーレーダ用受信回路と比較して比帯域幅の狭いものを使用することが可能となる。同じ発振周波数幅の場合、比帯域幅の狭いものの方が実現および入手性が高く、廉価である。したがって、ドップラーレーダ用受信

回路全体の実現の容易性を向上し、価格を廉価にする効果が新たに生じる。

【0025】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、移動体に搭載されたドップラーレーダの一部の構成をなし、単一周波数の発振信号を出力する発振器と、前記移動体の移動速度のドップラー周波数に前記発振器からの発信周波数を合計した周波数の信号を発振するVCO（Voltage Controlled Oscillator）と、前記ドップラーレーダによりヘテロダイン検波されたビート信号と前記発振器からの信号とをミキシングするミキサと、前記VCOからの信号と前記ミキサからの信号に基づいて前記ビート信号に含まれる前記移動体の移動速度のドップラー周波数をキャンセルする手段とを備えたので、従来と比較して比帯域の狭いVCOを用いて移動物体の移動速度の影響を逐次キャンセルすることができる。

【0026】また、前記移動体の移動速度のドップラー周波数をキャンセルする手段を、前記ミキサからの信号を2分配する 0° 分配器と、前記VCOからの信号を 90° 位相差を付けて2分配する 90° 分配器と、前記 0° 分配器からの信号と前記 90° 分配器からの信号とをそれぞれミキシングする一対のミキサとから構成したので、ドップラーレーダ用受信回路全体の実現の容易性を向上し、価格を廉価にする。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1のドップラーレーダ用受信回路構成を示す構成図である。

【符号の説明】

1 ドップラーレーダ用受信回路、2 光源、3 光カップラ、4 光強度変調器、5 光増幅器、6 送受光学系、7 ヘテロダインレシーバ、8 A/D変換器、9 速度情報出力部、11 VCO、12 0° 分配器、13 90° 分配器、14 ミキサ、15 発振器、81 A/D変換器、82 A/D変換器、141 ミキサ、142 ミキサ、143 ミキサ。

The diagram illustrates a heterodyne receiver system. The main components are:

- 2**: 光源 (Light Source)
- 3**: 光カップラ (Optical Coupler)
- 4**: 光強度変調器 (Optical Intensity Modulator)
- 5**: 光増幅器 (Optical Amplifier)
- 6**: 送受光学系 (Transmitting/Receiving Optical System)
- 7**: ヘテロダインレシーバ (Heterodyne Receiver)
- 9**: 速度情報出力部 (Speed Information Output Unit)
- 81**: A/D変換器 (I) (A/D Converter (I))
- 82**: A/D変換器 (Q) (A/D Converter (Q))

The system processes a beat signal (ビート信号) and outputs transmitted light (送信光) and received light (受信光). The receiver system (7) includes a VCO (11), a 90° divider (13), mixers (14, 141, 142, 143), a 0° divider (12), and a divider (15). The system also includes a speed information output unit (9), A/D converters (81, 82), and a beat signal (ビート信号).

(72) 発明者 安藤 俊行
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72) 発明者 平野 嘉仁
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内
Fターム(参考) 5J070 AA02 AC06 AE04 AF06 AH31
5J084 AA07 AB08 AC02 AC04 AD04
CA07 CA24 CA42 CA49 CA50
DA01 EA07 EA15